

Biodegradasi Minyak Bumi oleh Mikroba pada Media Air Laut dan Air Tawar

DWI OETOMO

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir Sutami 36 A, Surakarta, 57126, Indonesia
*email: dwioetomo@staff.uns.ac.id

Manuscript received: 15 Januari 2015 Revision accepted: 25 Maret 2015

ABSTRACT

Biodegradation of crude oil depends on the kind of microbe and capability of microbe in the process of biodegradation. Results of the microbe isolate from the aquatic environment polluted by crude oil have varying capabilities. Some of the microbe isolates, such as *Pseudomonas* sp., *Staphylococcus* sp., *Bacillus* sp., *Nocardia* sp., *Vibrio* sp. and *Mycobacterium* sp. could live and use erode oil as source of carbon and energy. Hydrocarbon in crude oil was used as source of carbon. Biodegradation of crude oil did not depend on sea and freshwater. *Pseudomonas* sp. and the mixed of all microbe isolates can degrade the crude oil more effective than the other single species of microbe.

Keywords: Biodegradation, microbe isolate, crude oil, seawater, freshwater

LATAR BELAKANG

Pencemaran lingkungan perairan akibat buangan atau limbah minyak bumi dapat menyebabkan gangguan pada lingkungan tersebut dan merupakan bahaya besar bagi flora maupun fauna yang ada di dalamnya. Hal ini terjadi karena minyak bumi mengandung 50 - 95% senyawa hidrokarbon yang toksik, dan dalam beberapa kasus bersifat karsinogenik terhadap tumbuhan, hewan maupun manusia (Connell dan Miller, 2011). Hidrokarbon minyak bumi merupakan senyawa organik karbon dan hidrogen yang dapat digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu hidrokarbon alifatik, alisiklik dan aromatik (Mulyono, 2010). Penanggulangan pencemaran akibat limbah minyak bumi diantaranya dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Cara fisika umumnya kurang efektif, sedangkan cara kimia dapat menimbulkan masalah baru. Alternatif lain yang lebih menguntungkan adalah cara biologi, yaitu dengan aktivitas mikroba yang pengaruh sampingannya lebih kecil, melalui suatu proses biodegradasi (Udiharto, 2010). Cara biologi lebih efektif, efisien, ekonomis dan ramah lingkungan (Baker & Herson, 2011; Wubah, Hake & Rogers, 2010).

Biodegradasi merupakan proses alami oleh mikroba yang mengkonsumsi hidrokarbon dan menghasilkan karbondioksida, air, biomassa dan oksidasi sebagian basil ikutan secara biologi. Proses biodegradasi sebagai salah satu oksidasi dasar, dimana enzim dari bakteri mengkatalisasi penempatan oksigen ke dalam hidrokarbon sehingga molekul dapat digunakan dalam metabolisme selular (Bragg, Prince, Wilkinson & Atlas, 2012). Biodegradasi juga bersifat sebagai katabolisme dari suatu senyawaan menjadi molekul yang dapat

memasuki lintasan perantara atau metabolisme pusat (Gibson, 2011). Faktor lingkungan yang mempengaruhi biodegradasi minyak bumi diantaranya adalah kadar air, nutrisi, temperatur, kadar oksigen, pH, jenis dan komposisi minyak bumi serta kemampuan mikroba untuk melakukan biodegradasi atau beradaptasi dengan lingkungan (Leahy & Colwell, 2010; Atlas, 2009). Beraneka ragam mikroba di lingkungan, secara alamiah memiliki ciri khas dalam metabolisme yang dapat dimanfaatkan dalam penanganan pencemaran lingkungan (Said & Fauzi,). Bakteri pengolah minyak bumi tersebar luas tidak hanya di lingkungan alam yang bersinggungan dengan minyak bumi, tetapi bakteri ini dapat diisolasi juga dari semua tanah kehutanan, ladang dan perumputan (Schlegel, 2011).

Berkenaan dengan hal tersebut di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. untuk mengetahui perbedaan kemampuan mikroba secara individu maupun campuran dalam biodegradasi minyak bumi pada media air laut dan air tawar, sehingga diperoleh mikroba isolat yang paling berpotensi melakukan biodegradasi minyak bumi; dan
2. untuk mengetahui pengaruh media air laut dan air tawar terhadap biodegradasi minyak bumi.

METODE

Penelitian dilaksanakan di laboratorium secara bertahap dengan menggunakan beberapa metode sebagai berikut:

Isolasi

Mikroba diisolasi dari tempat tercemar minyak bumi di Pelabuhan Pertamina Tanjung Priok, menggunakan media agar *nutrient broth*.

Uji aktivitas

Uji ini dilakukan untuk mengetahui aktif tidaknya mikroba isolat pada media yang mengandung minyak bumi. Digunakan media *nutrient broth* dengan minyak bumi (+MB) dan tanpa minyak bumi (-MB). Inkubasi dilakukan selama 24 jam secara aktif (pada inkubator pengocok) pada suhu ruang. Pada akhir inkubasi dilakukan pengamatan dan penghitungan pertumbuhan sel mikroba menggunakan hitungan cawan.

Uji Biodegradasi

Dilakukan 2 tahap, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Tahap pertama dilakukan pada media air laut (50 ml) + 1g minyak bumi + 300 mg/l nitrogen dan 60 mg/l fosfor (5:1), dimasukkan dalam 250 ml erlenmeyer dan disterilisasi dengan otoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. Setelah itu diinokulasi dengan mikroba isolat (yang telah diuji aktivitasnya) secara tunggal dan campuran. Kemudian diinkubasi selama 7 hari secara aktif pada suhu ruang. Pengamatan pertumbuhan dan penghitungan sel mikroba dilakukan setiap hari dengan metode turbidimetri. Sedangkan pengukuran total minyak bumi yang didegradasi oleh mikroba, digunakan metode gravimetri. Tahap kedua dilakukan pada media air tawar dengan perlakuan yang sama dengan media air laut.

Identifikasi

Untuk mengetahui jenis mikroba pelaku biodegradasi minyak bumi dilakukan identifikasi dengan metode *Bergey*.

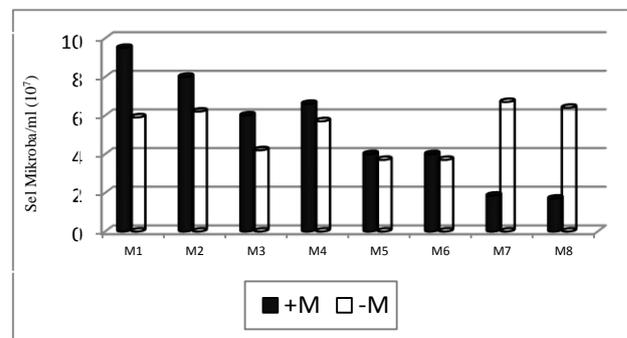
Analisis data

Untuk mengetahui perbedaan kemampuan mikroba dalam biodegradasi minyak bumi pada media air laut dan air tawar, digunakan analisis ragam satu arah. Apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, dilakukan Uji

Jarak Ganda *Duncan* (UJGD) pada taraf uji 5%. Sedangkan untuk membandingkan biodegradasi minyak bumi pada media air laut dan air tawar, digunakan uji t.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi dari contoh air yang tercemar minyak bumi (Pelabuhan Pertamina Tanjung Priok) diperoleh delapan mikroba isolat. Setelah dilakukan uji aktivitas pada media *nutrient broth* dengan penambahan minyak bumi dan tanpa minyak bumi, diperoleh enam mikroba isolat yang mempunyai kecenderungan aktif pada lingkungan minyak bumi dan memanfaatkan minyak bumi sebagai sumber karbon dan energi untuk aktivitas mikroba. Sedangkan dua isolat lainnya tidak memanfaatkan minyak bumi, tetapi memanfaatkan non minyak bumi sebagai sumber karbon dan energi untuk aktivitasnya. Pertumbuhan sel mikroba yang menunjukkan aktivitas mikroba digambarkan dalam grafik pada Gambar 1.



Gambar 1 Pertumbuhan mikroba selama 24 jam inkubasi pada media dengan dan tanpa minyak bumi

Pertumbuhan mikroba yang aktif dalam media yang mengandung minyak bumi setelah uji aktivitas berturut-turut adalah, M1 = 8.63×10^7 ; M2 = 8.12×10^7 ; M3 = 6.11×10^7 ; M4, = 7.35×10^7 ; M5 = 4.03×10^7 ; dan M6 = 3.89×10^7 .

Berdasarkan analisis ragam satu arah diperoleh hasil bahwa mikroba isolat secara individu maupun campuran mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mendegradasi minyak bumi pada media air laut dan air tawar. Sehingga dilakukan uji lanjut dengan menggunakan UJGD, dan hasilnya seperti pada tabel berikut.

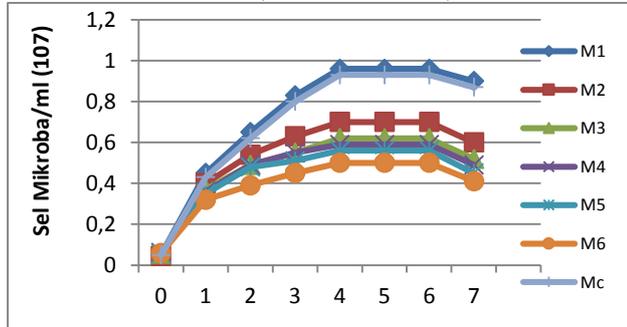
Tabel 1. Hasil Uji Jarak Ganda Duncan

| Media | M1 | Mc | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Air Laut | 0.494 ^a | 0.482 ^a | 0.353 ^b | 0.351 ^b | 0.291 ^c | 0.199 ^d | 0.191 ^d |
| Air Tawar | 0.492 ^a | 0.479 ^a | 0.351 ^b | 0.348 ^b | 0.289 ^c | 0.196 ^d | 0.192 ^d |

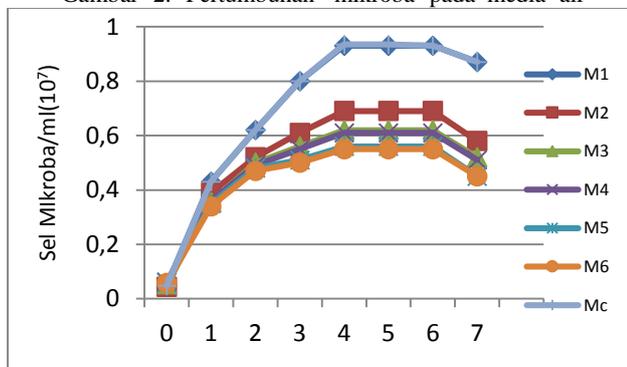
Rerata dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

Dari tabel di atas terlihat bahwa isolat M1 dan Mc mempunyai kemampuan yang sama dalam mendegradasi minyak bumi dan merupakan yang tertinggi, baik pada media air laut maupun air tawar. Isolasi M, dan Mc

mempunyai kemampuan yang sama dan berada pada urutan pertama. Isolat M2 berada pada urutan kedua sedangkan urutan ketiga adalah isolat M3 dan M4, berikutnya M5 dan M6 urutan keempat. Hal ini dapat dilihat pada grafik pertumbuhan sel mikroba pada media air laut dan air tawar (Gambar 2 dan 3).



Gambar 2. Pertumbuhan mikroba pada media air



Gambar 3. Pertumbuhan mikroba pada media air tawar

Pada Gambar 2 dan 3, isolat M1 dan Mc menunjukkan pertumbuhan sel mikroba yang sama, baik pada media air laut maupun air tawar. Hal ini sesuai dengan hasil UJGD dan berdasarkan uji t, diperoleh hasil bahwa biodegradasi minyak bumi tidak terpengaruh oleh media air laut dan air tawar.

Setelah diketahui kemampuan mikroba dalam biodegradasi minyak bumi, dilakukan indentifikasi terhadap mikroba isolat yang paling berpotensi dalam biodegradasi minyak bumi. Mikroba isolat yang diidentifikasi, semua termasuk bakteri aerob yaitu M1 adalah *Pseudomonas* sp., Mc adalah campuran dari bakteri *Bacillus* sp., *Nocardia* sp., *Mycobacterium* sp., *Staphylococcus* sp. *Vibrio* sp., dan didominasi bakteri *Pseudomonas* sp. Sedangkan M4 adalah bakteri *Staphylococcus* sp., M2 adalah bakteri *Bacillus* sp., M3 adalah bakteri *Nocardia* sp., Ms adalah bakteri *Vibrio* sp. dan M6 adalah bakteri *Mycobacterium* sp.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji laboratorium dan statistik, maka dapat disimpulkan:

1. Mikroba isolat M1 dan Mc mempunyai kemampuan biodegradasi minyak bumi yang paling

tinggi M1 dan Mc dan berturut-turut diikuti M4 dan M2; M3; M5 dan M6. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa semua mikroba isolat termasuk jenis bakteri aerob, yaitu M1 adalah *Pseudomonas* sp., Mc adalah campuran dari bakteri *Bacillus* sp., *Nocardia* sp., *Mycobacterium* sp., *Staphylococcus* sp., *Vibrio* sp, dan *Pseudomonas* sp. (paling dominan), Sedangkan M4 adalah bakteri *Staphylococcus* sp., M2 adalah bakteri *Bacillus* sp., M3 adalah bakteri *Nocardia* sp., M5 adalah bakteri *Vibrio* sp., dan M6 adalah bakteri *Mycobacterium* sp.

2. Media air laut dan air tawar tidak mempengaruhi kemampuan mikroba dalam biodegradasi minyak bumi.
3. Kemampuan mikroba dalam biodegradasi minyak bumi perlu diujicoba
4. untuk skala lapang, seperti bioremediasi lingkungan yang tercemar minyak bumi dengan menggunakan mikroba yang terseleksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Atlas, R., M. (2009). Bioremediation of petroleum pollutants. *Internationa lBiodegradation and Biodegradation*. 35: 317-327.
- Baker, K. H., Herson, D. S. (2011). *Microbiology and Biodegradation*. In *Bioremediation*. Toronto: McGraw-Hill, Inc.
- Bragg, J. R., Prince, R. C., Wilkinson, J. B., Atlas, R. M. (2012). *Bioremediation for Shoreline Clean up Following the 1989 Alaskan Oil Spill*. Office of Research and Development. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency.
- Connell, D. W., Miller, G. J. (2011). *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Said, E. G., & Fauzi, A. M. (1996). *Bioremediasi dengan Mikroorganisme*. Proceeding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan. Kerjasama Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (UPI), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BBPT) Penerapan Teknologi (BPPT), dan Hanns Seidel Foundation (HSF) Jerman, Bogor.
- Gibson, D. T., (2011). Biodegradation, biotransformation and the Belmont. *J. Ind. Microbiol.* 12:1-12.
- Leahy, J. G. & Colwell, R. R. (2010). Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. *Microbiol. Rev.* 54: 305-315.
- Udiharto, M. (2010). Feno/ Sebagai Pencemar dan Biodegradasinya. Proceedings Diskusi Ilmiah VI Hasil Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB), Jakarta: Lembaga Minyak dan Gas (LEMIGAS).
- Mulyono. (2010). *Hidrokarbon di Dalam Lingkungan Perairan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB). Jakarta: Lembaga Minyak dan Gas (LEMIGAS).

Schlegel, H.G. (2011). *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Wubah, D. A., Hale, D. D., Rogers, J. E. (2010). *Bioremediation in Freshwater and Marine Systems in Bioremediation*. Toronto: McGraw-Hill, Inc.